

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 novembre 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/099690 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **F25J 3/04**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/050122

(22) Date de dépôt international : 24 mars 2004 (24.03.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/50141 5 mai 2003 (05.05.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR
LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE**

**ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES
CLAUDE [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex
07 (FR).**

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **LE BOT,
Patrick [FR/FR]; 50-52, rue de la Jarry, F-94300 Vin-
cennes (FR). DE CAYEUX, Olivier [FR/FR]; 33, avenue
Philippe Auguste, F-75011 Paris (FR).**

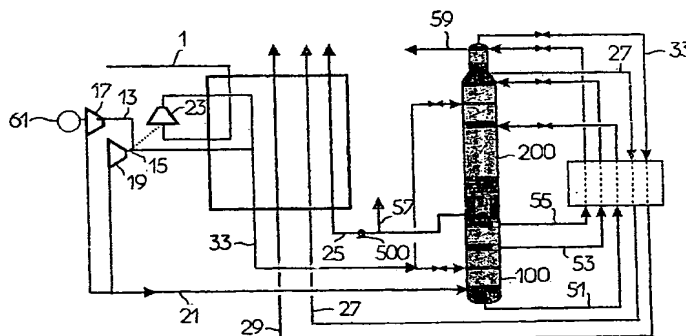
(74) Mandataire : **MERCEY, Fiona; L'air Liquide S.A., 75,
quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).**

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CRYOGENIC DISTILLATION METHOD AND SYSTEM FOR AIR SEPARATION

(54) Titre : PROCÉDE ET INSTALLATION DE SÉPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE



(57) Abstract: The invention relates to a cryogenic distillation method for air separation. According to the invention, all of the air is brought to a high pressure at which it is purified, said high pressure being greater than the medium pressure by at least 5 bars. Part of the purified air flow is cooled in the exchange line (9) and, subsequently, divided into two fractions. Each of the fractions expands in a turbine (17, 19), the intake pressure of the two turbines being greater than the medium pressure by at least 5 bars. Moreover, the discharge pressure of at least one of the two turbines is essentially equal to the medium pressure. At least part of the air that was expanded in at least one of the turbines is conveyed to the medium pressure column (100) of a double or triple column. Subsequently, a cold booster (23), which is mechanically connected to one (19) of the expansion turbines, draws the air which was cooled in the main exchange line and releases said air at a temperature greater than the intake temperature. The fluid thus compressed is reintroduced into the main exchange line, in which at least one part of the fluid (33, 37) condenses. In addition, at least one pressurised (500) liquid (25) originating from one of the columns (200) is vaporised in the exchange line at an evaporating temperature. Furthermore, the turbine (17) which is not connected to the cold booster (23) is provided with an energy dissipation device from among: i) a booster (5) other than the cold booster, which is mechanically connected and followed by a cooler, ii) an oil valve system, iii) an electrical generator (61).

(57) Abrégé : Dans un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique, tout l'air est porté à une haute pression plus supérieure d'au moins 5 bars à la moyenne pression et épuré à cette haute pression, une partie du débit d'air épuré est refroidie dans la ligne d'échange (9) et est ensuite

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/099690 A1



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requises

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

divisée en deux fractions, chaque fraction se détend dans une turbine (17, 19), la pression d'admission des deux turbines étant supérieure d'au moins 5 bars à la moyenne pression, la pression de refoulement d'au moins une des deux turbines est sensiblement égale à la moyenne pression, on envoie au moins une partie de l'air détendu dans au moins une des turbines à la colonne moyenne pression (100) d'une double ou triple colonne, un surpresseur froid (23) mécaniquement relié à une (19) des turbines de détente aspire de l'air, qui a subi un refroidissement dans la ligne d'échange principale, et refoule l'air à une température supérieure à la température d'admission, et le fluide ainsi comprimé est réintroduit dans la ligne d'échange principale dans laquelle au moins une partie du fluide se condense, au moins un liquide pressurisé provenant d'une des colonnes est vaporisé dans la ligne d'échange à une température de vaporisation et la turbine non couplée (17) au surpresseur froid est pourvue d'un dispositif de dissipation d'énergie parmi: i) un surpresseur (5) autre que le surpresseur froid et mécaniquement couplé et suivi d'un réfrigérant, ii) un système à frein d'huile, iii) une génératrice électrique (61).

Procédé et installation de séparation d'air par distillation cryogénique

La présente invention est relative à un procédé et à une installation de séparation d'air par distillation cryogénique.

5 Il est connu de produire un gaz de l'air sous pression par vaporisation de liquide pressurisé dans une ligne d'échange d'un appareil de séparation d'air par échange de chaleur avec un gaz comprimé à partir d'une température cryogénique. Des appareils de ce type sont connus de FR-A-2688052, EP-A-0644388, EP-A-1014020 et de la demande de brevet FR0301722.

10 L'efficacité énergétique des appareils connus n'est pas excellente car il faut évacuer les entrées thermiques liées à la compression cryogénique.

De plus, pour les schémas tels que celui de la Figure 7 de US-A-5475980, l'ensemble de la turbine couplée au surpresseur froid est associé à un système de dissipation d'énergie (frein d'huile), intégré sur l'axe des machines et
15 technologiquement limité à de petites puissances (de l'ordre de 70 KW).

Néanmoins, ce type de procédé paraît avoir un intérêt économique, en particulier lorsque l'énergie est peu valorisée ou disponible à faible coût. Il est donc potentiellement intéressant de pouvoir s'affranchir de la limite technologique du frein d'huile intégré à l'axe de l'ensemble turbine/booster.

20 Un but de l'invention est de proposer une alternative qui permette de réaliser des schémas de procédé à surpresseur froid sans système de dissipation d'énergie intégré à l'axe turbine surpresseur, et donc d'envisager d'utiliser ce schéma pour à peu près toutes les tailles d'appareils de séparation d'air.

Selon la présente invention, il est prévu un procédé de séparation d'air par
25 distillation cryogénique dans une installation comprenant une double ou triple colonne de séparation d'air, dont la colonne opérant à la pression la plus élevée opère à une pression dite moyenne pression et une ligne d'échange dans lequel :

- a) tout l'air est porté à une haute pression plus supérieure d'au moins 5 bars à la moyenne pression et épuré à cette haute pression,
- 30 b) une partie du débit d'air épuré est refroidie dans la ligne d'échange et est ensuite divisée en deux fractions,
- c) chaque fraction se détend dans une turbine ,
- d) la pression d'admission des deux turbines est (les pressions des deux turbines sont) supérieure d'au moins 5 bars à la moyenne pression,

- e) la pression de refoulement d'au moins une des deux turbines est sensiblement égale à la moyenne pression,
- f) on envoie au moins une partie de l'air détendu dans au moins une des turbines à la colonne moyenne pression d'une double ou triple colonne,
- 5 g) un surpresseur froid mécaniquement relié à une des turbines de détente aspire de l'air, qui a subi un refroidissement dans la ligne d'échange, et refoule l'air à une température supérieure à la température d'admission, et le fluide ainsi comprimé est réintroduit dans la ligne d'échange dans laquelle au moins une partie du fluide se (pseudo) condense,
- 10 h) au moins un liquide pressurisé provenant d'une des colonnes est (pseudo) vaporisé dans la ligne d'échange à une température de vaporisation et caractérisé en ce que
- i) la turbine non couplée au surpresseur froid est pourvue d'un dispositif de dissipation d'énergie parmi :
- 15 i) un surpresseur autre que le surpresseur froid et mécaniquement couplé et suivi d'un réfrigérant
- ii) un système à frein d'huile
- iii) une génératrice électrique
- et éventuellement
- 20 j) la température d'aspiration du surpresseur froid est proche de la température de (pseudo) vaporisation du liquide.

Selon d'autres aspects facultatifs de l'invention :

- les conditions d'admission et de refoulement des deux turbines sont proches ou identiques en termes de pression et de température ;
- 25 - l'air envoyé aux turbines est à la haute pression (Figure 2) ;
- l'air envoyé aux turbines est à une pression supérieure à la haute pression et provient du surpresseur froid et/ou du surpresseur constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci (Figures 1 et 3) ;
- tout l'air envoyé aux turbines provient du surpresseur constituant le dispositif
- 30 de dissipation ou faisant partie de celui-ci et l'air surpressé dans le surpresseur froid poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange, est détendu, liquéfié et envoyé à au moins une colonne de la double colonne ou la triple colonne (Figure 1) ;
- une partie de l'air surpressée dans le surpresseur froid est envoyée aux turbines et le reste poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange, est

détendu, liquéfié et envoyé à au moins une colonne de la double colonne ou la triple colonne (Figure 3) ;

- au moins une partie de l'air à la haute pression est surpressée dans le surpresseur froid ;

5 - l'air à haute pression est divisé en au moins deux parties, une partie étant surpressée dans le surpresseur froid et une autre partie (le reste) dans le surpresseur constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci (Figure 1) ;

10 - au moins une partie de l'air provenant du surpresseur constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci est envoyée au surpresseur froid (Figure 2) ;

- au moins une partie de l'air surpressé dans le surpresseur constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci est envoyée aux turbines ;

15 - une partie de l'air provenant du surpresseur constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci se refroidit contre au moins un liquide qui se vaporise dans la ligne d'échange, est détendu, liquéfié et envoyé à une colonne de la double ou triple colonne ;

- on produit au moins un produit final sous forme liquide ;

20 - tout l'air gazeux destiné aux colonnes de la double ou triple colonne provient des turbines de détente d'air.

Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant :

- 25 a) une double ou triple colonne de séparation d'air, dont la colonne opérant à la pression la plus élevée opère à une pression dite moyenne pression,
- b) une ligne d'échange,
- c) des moyens pour porter tout l'air à une haute pression plus élevée que la moyenne pression et des moyens pour l'épurer à cette haute pression,
- d) des moyens pour envoyer une partie du débit d'air épuré dans la ligne d'échange pour le refroidir et des moyens pour diviser cet air refroidi en
- 30 deux fractions,
- e) deux turbines et des moyens pour envoyer une fraction d'air à chaque turbine,

- f) des moyens pour envoyer au moins une partie de l'air détendu dans au moins une des turbines à la colonne moyenne pression de la double ou triple colonne,
- 5 g) un surpresseur froid, des moyens pour envoyer de l'air, de préférence soutiré à un point intermédiaire de la ligne d'échange principale au surpresseur froid et des moyens pour envoyer de l'air surpressé dans le surpresseur froid dans la ligne d'échange principale à un point intermédiaire en amont du point de soutirage,
- 10 h) des moyens pour pressuriser au moins un liquide provenant d'une des colonnes, des moyens pour envoyer l'au moins un liquide pressurisé dans la ligne d'échange et des moyens pour sortir un liquide vaporisé de la ligne d'échange,
- i) le surpresseur froid est couplé à une des turbines, caractérisé en ce que la turbine non-couplée au surpresseur froid est couplée à
- 15 un moyen de dissipation d'énergie comprenant :
- i) un surpresseur autre que le surpresseur froid et mécaniquement couplé et suivi d'un réfrigérant
 - ii) un système à frein d'huile
 - iii) une génératrice électrique
- 20 Selon d'autres aspects facultatifs, l'installation comprend
- des moyens pour envoyer de l'air aux turbines depuis le surpresseur froid et/ou le surpresseur constituant le moyen de dissipation d'énergie ou faisant partie de celui-ci ;
 - des moyens pour envoyer au moins une partie de l'air à distiller au
- 25 surpresseur constituant le moyen de dissipation d'énergie ou faisant partie de celui-ci.

De préférence les deux surpresseurs sont connectés en série ou en parallèle et les turbines sont connectées en parallèle.

De préférence la température d'aspiration du deuxième surpresseur est

30 supérieure à la température d'entrée des turbines.

On utilisera une turbine complémentaire, fonctionnant en parallèle de la turbine du premier ensemble turbine surpresseur, et équipée de son propre système de dissipation d'énergie. Favorablement, ce système sera un surpresseur suivi d'un réfrigérant à eau installé en partie chaude.

« Proches en termes de pression » veut dire que les pressions diffèrent d'au plus 5 bars, de préférence d'au plus 2 bars. « Proches en termes de température » veut dire que les températures diffèrent d'au plus de 15°C, de préférence au plus 10°C.

5 Un surpresseur est un compresseur à un seul étage.

Toutes les pressions mentionnées sont des pressions absolues.

Le terme « condensation » comprend la pseudo condensation. Le terme « vaporisation » comprend la pseudo vaporisation.

10 Cette invention se distingue de US-A- 5 475 980 en ce sens que dans la Figure 4 (turbine 9 optionnelle), les deux turbines 8, 32 aspirent à des pressions très différenciées, la différence étant d'au moins 14 bars et dans la Figure 5, la différence de pressions est d'environ 13 bars et une turbine échappe à la basse pression, ce qui est pénalisant pour de l'oxygène pur.

15 L'invention sera décrite en plus de détails en se référant aux figures dans lesquelles :

- Les Figures 1, 2 et 3 représentent un appareil de séparation d'air selon l'invention.

- Dans la Figure 1, un débit d'air à la pression atmosphérique est comprimé à environ 15 bars dans un compresseur principal (non-illustré). L'air est ensuite
20 éventuellement refroidi, avant d'être épuré pour enlever les impuretés (non-illustré). L'air épuré est divisé en deux. Une partie de l'air 3 est envoyée à un surpresseur 5 jusqu'à une pression d'entre 17 et 20 bars et ensuite l'air surpressé est refroidi par un réfrigérant à l'eau 7 avant d'être envoyé au bout chaud de la ligne d'échange principal 9 de l'appareil de séparation d'air. L'air surpressé 11 se refroidit jusqu'à une
25 température intermédiaire avant de sortir de la ligne d'échange et d'être divisé en deux fractions. Une fraction 13 est envoyée dans une turbine 17 et le reste, une fraction 15 est envoyée dans une turbine 19. Les deux turbines ont la même température et pression d'aspiration et la même température et pression de sortie mais il est évidemment possible que ces températures et pression soient proches les
30 unes des autres au lieu d'être identiques. Les deux débits turbinés sont mélangés pour former un débit 21 d'air gazeux qui est envoyé vers le système de colonnes comme il sera décrit vis-à-vis de la Figure 2. En variante, la turbine 19 peut être une turbine d'insufflation débouchant à la pression de la colonne basse pression.

Une autre partie 2 de l'air à 15 bars constituant le reste de l'air est refroidie dans la ligne d'échange à une température intermédiaire supérieure à la température d'aspiration des turbines 17, 19, comprimée dans un deuxième surpresseur 23 jusqu'à 30 bars environ et réintroduite dans la ligne d'échange 9 à une température plus élevée afin de poursuivre son refroidissement.

Ainsi, l'air 37 à 30 bars se liquéfie dans la ligne d'échange et de l'oxygène liquide 25 se vaporise dans la ligne d'échange, la température de vaporisation du liquide étant proche de la température d'aspiration du deuxième surpresseur 23. L'air liquéfié sort de la ligne d'échange et est envoyé vers le système de colonnes.

Un débit d'azote résiduaire 27 se réchauffe dans la ligne d'échange 9.

Le premier surpresseur 5 est couplé avec l'une des turbines 17, 19 et le deuxième surpresseur 23 est couplé avec l'autre des turbines 19, 17.

Le système de colonnes d'un appareil de séparation d'air est constitué par une colonne moyenne pression 100 thermiquement reliée avec une colonne basse pression 200.

La colonne moyenne pression opère à une pression de 5,5 bars mais peut opérer à une pression plus élevée.

L'air gazeux 21 provenant des deux turbines 17, 19 est le débit envoyé en cuve de la colonne moyenne pression 100.

L'air liquéfié 37 est détendu dans la vanne 39 et divisé en deux, une partie étant envoyée à la colonne moyenne pression 100 et le reste à la colonne basse pression 200.

Du liquide riche 51, du liquide pauvre inférieur 53 et du liquide pauvre supérieur 55 sont envoyés depuis la colonne moyenne pression 100 vers la colonne basse pression 200 après des étapes de détente dans des vannes et de sous-refroidissement.

De l'oxygène liquide 57 et de l'azote liquide 59 sont soutirés comme produits finaux de la double colonne.

De l'oxygène liquide est pressurisé par la pompe 500 et envoyé comme liquide pressurisé 25 vers la ligne d'échange 9. D'autres liquides, pressurisés ou non, peuvent se vaporiser dans la ligne d'échange.

De l'azote gazeux est optionnellement soutiré de la colonne moyenne pression et se refroidit également dans la ligne d'échange 9.

De l'azote 33 est soutiré en tête de la colonne basse pression et se réchauffe dans la ligne d'échange, après avoir servi à sous-refroidir les liquides de reflux.

De l'azote résiduaire 27 est soutiré d'un niveau inférieur de la colonne basse pression et se réchauffe dans la ligne d'échange, après avoir servi à sous-refroidir
5 les liquides de reflux.

La colonne peut éventuellement produire de l'argon en traitant un débit soutiré en colonne basse pression 200.

En variante de la Figure 1, seule une partie de l'air surpressé dans le premier surpresseur est envoyée vers les turbines 17, 19. Le reste de l'air 41 se retrouve
10 liquéfié à la sortie de la ligne d'échange. Le liquide est ensuite détendu dans une vanne 43 et mélangé au liquide 30 détendu dans la vanne 39. Le reste de la Figure est identique à celle de la Figure 1.

Dans la Figure 2, un débit d'air à la pression atmosphérique est comprimé à 15 bars dans un compresseur principal 1. L'air est ensuite éventuellement refroidi et
15 épuré pour enlever les impuretés et refroidi. Une première partie de l'air épuré est surpressée dans le premier surpresseur 5 jusqu'à une pression d'environ 17 bars avant d'être refroidi par un réfrigérant à l'eau 7.

En sortie de réfrigérant 7, l'air 11 est surpressé dans le deuxième surpresseur 23 jusqu'à environ 30 bars après avoir été refroidi jusqu'à une température
20 intermédiaire de la ligne d'échange 9, proche de la température de vaporisation de l'oxygène liquide. L'air à 30 bars est ensuite réintroduit dans l'échangeur 9 à une température plus élevée et se refroidit en traversant la ligne d'échange et se trouve liquéfié. L'air 33 est divisé en deux, détendu et envoyé aux deux colonnes 100,200.

La deuxième partie 2 de l'air à 15 bars est refroidie dans la ligne d'échange à
25 une température inférieure à la température d'aspiration du surpresseur 23, sort de la ligne d'échange et est divisée en deux. Chaque partie de l'air est détendue dans une turbine 17, 19 avant d'être envoyée à la colonne moyenne pression 100.

Le surpresseur chaud 5 est couplé à la turbine 17 et le surpresseur froid 23 est couplé à la turbine 19.

30 Dans la Figure 2, les deux turbines 17 et 19 sont alimentées non pas avec de l'air provenant du surpresseur chaud mais avec de l'air à la haute pression. Le surpresseur froid 23 surpresse tout l'air provenant du surpresseur chaud 5 et cet air est ensuite liquéfié. La pression d'entrée des turbines est donc plus basse que dans la Figure 1. Le reste de la Figure 2 est identique à la Figure 1.

Dans la Figure 3, le surpresseur chaud 5 est supprimé. Tout l'air 1 est envoyé à la ligne d'échange à une seule pression supérieure de 5 à 10 bars à la moyenne pression. Cet air est soutiré de la ligne d'échange à une température intermédiaire et tout l'air est surpressé à une température inférieure à l'ambiante jusqu'à une
5 pression de 18 bars dans le surpresseur froid 23. Ensuite l'air surpressé est divisé en deux. Une partie 33 poursuit son refroidissement jusqu'au bout froid de la ligne d'échange, se liquéfie et est détendue pour être envoyée dans au moins une colonne du système de colonnes 100, 200.

Le reste de l'air sort de la ligne d'échange à une température intermédiaire
10 inférieure à la température d'aspiration du surpresseur froid, est divisé en deux et envoyé à deux turbines 17, 19 ayant les mêmes conditions ou des conditions proches de température et pression à l'entrée et à la sortie. Le débit réuni d'air détendu dans les turbines 17, 19 est envoyé à la colonne moyenne pression et constitue la seule entrée d'air gazeux dans la double colonne.

15 Le surpresseur froid 23 est couplé à la turbine 19 et la turbine 17 est couplée à une génératrice électrique 61 qui peut être remplacée par un frein d'huile.

REVENDICATIONS

1. Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans une installation comprenant une double ou triple colonne (100,200) de séparation d'air, dont la colonne opérant à la pression la plus élevée (100) opère à une pression dite moyenne pression et une ligne d'échange (9) dans lequel :
- a) tout l'air est porté à une haute pression plus supérieure d'au moins 5 bars à la moyenne pression et épuré à cette haute pression,
- b) une partie du débit d'air épuré est refroidie dans la ligne d'échange et est ensuite divisée en deux fractions,
- c) chaque fraction se détend dans une turbine (17,19),
- d) la pression d'admission des deux turbines est (les pressions des deux turbines sont) supérieure d'au moins 5 bars à la moyenne pression,
- e) la pression de refoulement d'au moins une des deux turbines est sensiblement égale à la moyenne pression,
- f) on envoie au moins une partie de l'air détendu dans au moins une des turbines à la colonne moyenne pression d'une double ou triple colonne,
- g) un surpresseur froid (23) mécaniquement relié à une des turbines de détente aspire de l'air, qui a subi un refroidissement dans la ligne d'échange , et refoule l'air à une température supérieure à la température d'admission, et le fluide ainsi comprimé est réintroduit dans la ligne d'échange dans laquelle au moins une partie du fluide se (pseudo) condense,
- h) au moins un liquide pressurisé provenant d'une des colonnes est (pseudo) vaporisé dans la ligne d'échange à une température de vaporisation et caractérisé en ce que
- i) la turbine (17) non couplée au surpresseur froid est pourvue d'un dispositif de dissipation d'énergie parmi :
- I) un surpresseur (5) autre que le surpresseur froid et mécaniquement couplé et suivi d'un réfrigérant
- II) un système à frein d'huile
- III) une génératrice électrique (61)
- et éventuellement
- j) la température d'aspiration du surpresseur froid (23) est proche de la température de (pseudo) vaporisation du liquide.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel les conditions d'admission et de refoulement des deux turbines (17,19) sont proches ou identiques en termes de pression et de température.
- 5 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel l'air (2) envoyé aux turbines (17,19) est à la haute pression (Figure 2).
- 10 4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 dans lequel l'air (13,15) envoyé aux turbines est à une pression supérieure à la haute pression et provient du surpresseur froid (23) et/ou du surpresseur (5) constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci (Figures 1 et 3).
- 15 5. Procédé selon la revendication 4 dans lequel tout l'air envoyé aux turbines (17,19) provient du surpresseur (5) constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci et l'air surpressé dans le surpresseur froid (23) poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange, est détendu, liquéfié et envoyé à au moins une colonne (100,200) de la double colonne ou la triple colonne (Figure 1).
- 20 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel une partie (13,15) de l'air surpressé dans le surpresseur froid (23) est envoyée aux turbines (17,19) et le reste (33) poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange, est détendu, liquéfié et envoyé à au moins une colonne de la double colonne ou la triple colonne (Figure 3).
- 25 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins une partie de l'air à la haute pression est surpressée dans le surpresseur froid (23).
- 30 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'air à haute pression est divisé en au moins deux parties, une partie étant surpressée dans le surpresseur froid (23) et une autre partie (le reste) dans le surpresseur (5) constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci. (Figure 1).

- 5 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins une partie de l'air provenant du surpresseur (5) constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci est envoyée au surpresseur froid (23) (Figure 2).
- 10 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins une partie de l'air surpressé dans le surpresseur (5) constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci est envoyée aux turbines (17,19) (Figure 1).
- 15 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins une partie de l'air provenant du surpresseur (5) constituant le dispositif de dissipation ou faisant partie de celui-ci se refroidit contre au moins un liquide qui se vaporise dans la ligne d'échange, est détendu, liquéfié et envoyé à une colonne de la double ou triple colonne.
- 20 12. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel on produit au moins un produit final (57,59) sous forme liquide.
- 25 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel tout l'air gazeux (21) destiné aux colonnes de la double ou triple colonne provient des turbines de détente d'air.
- 30 14. Installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant :
- a) une double ou triple colonne (100,200) de séparation d'air, dont la colonne (100) opérant à la pression la plus élevée opère à une pression dite moyenne pression,
 - b) une ligne d'échange (9),
 - c) des moyens pour porter tout l'air à une haute pression plus élevée que la moyenne pression et des moyens pour l'épurer à cette haute pression,
 - d) des moyens pour envoyer une partie du débit d'air épuré dans la ligne d'échange pour le refroidir et des moyens pour diviser cet air refroidi en deux fractions,

- e) deux turbines (17,19) et des moyens pour envoyer une fraction d'air à chaque turbine,
- f) des moyens pour envoyer au moins une partie de l'air détendu dans au moins une des turbines à la colonne moyenne pression de la double ou triple colonne,
- 5 g) un surpresseur froid (23), des moyens pour envoyer de l'air, de préférence soutiré à un point intermédiaire de la ligne d'échange principale au surpresseur froid et des moyens pour envoyer de l'air surpressé dans le surpresseur froid dans la ligne d'échange à un point intermédiaire en amont du point de soutirage,
- 10 h) des moyens (500) pour pressuriser au moins un liquide provenant d'une des colonnes, des moyens pour envoyer l'au moins un liquide pressurisé dans la ligne d'échange et des moyens pour sortir un liquide vaporisé de la ligne d'échange,
- 15 i) le surpresseur froid est couplé à une des turbines (19), caractérisé en ce que la turbine non-couplée (17) au surpresseur froid est couplée à un moyen de dissipation d'énergie comprenant :
- l) un surpresseur (5) autre que le surpresseur froid et mécaniquement couplé et suivi d'un réfrigérant
- 20 II) un système à frein d'huile
- III) une génératrice électrique (61)
15. Installation selon la revendication 14 comprenant des moyens pour envoyer de l'air aux turbines depuis le surpresseur froid (23) et/ou le surpresseur (5) constituant le moyen de dissipation d'énergie ou faisant partie de celui-ci.
- 25 16. Installation selon la revendication 14 ou 15 comprenant des moyens pour envoyer au moins une partie de l'air à distiller au surpresseur (5) constituant le moyen de dissipation d'énergie ou faisant partie de celui-ci.
- 30 17. Installation selon une des revendications 14 à 16 dans laquelle les deux surpresseurs (5, 23) sont connectés en série ou en parallèle et les turbines sont connectées en parallèle (17, 19).

1/3

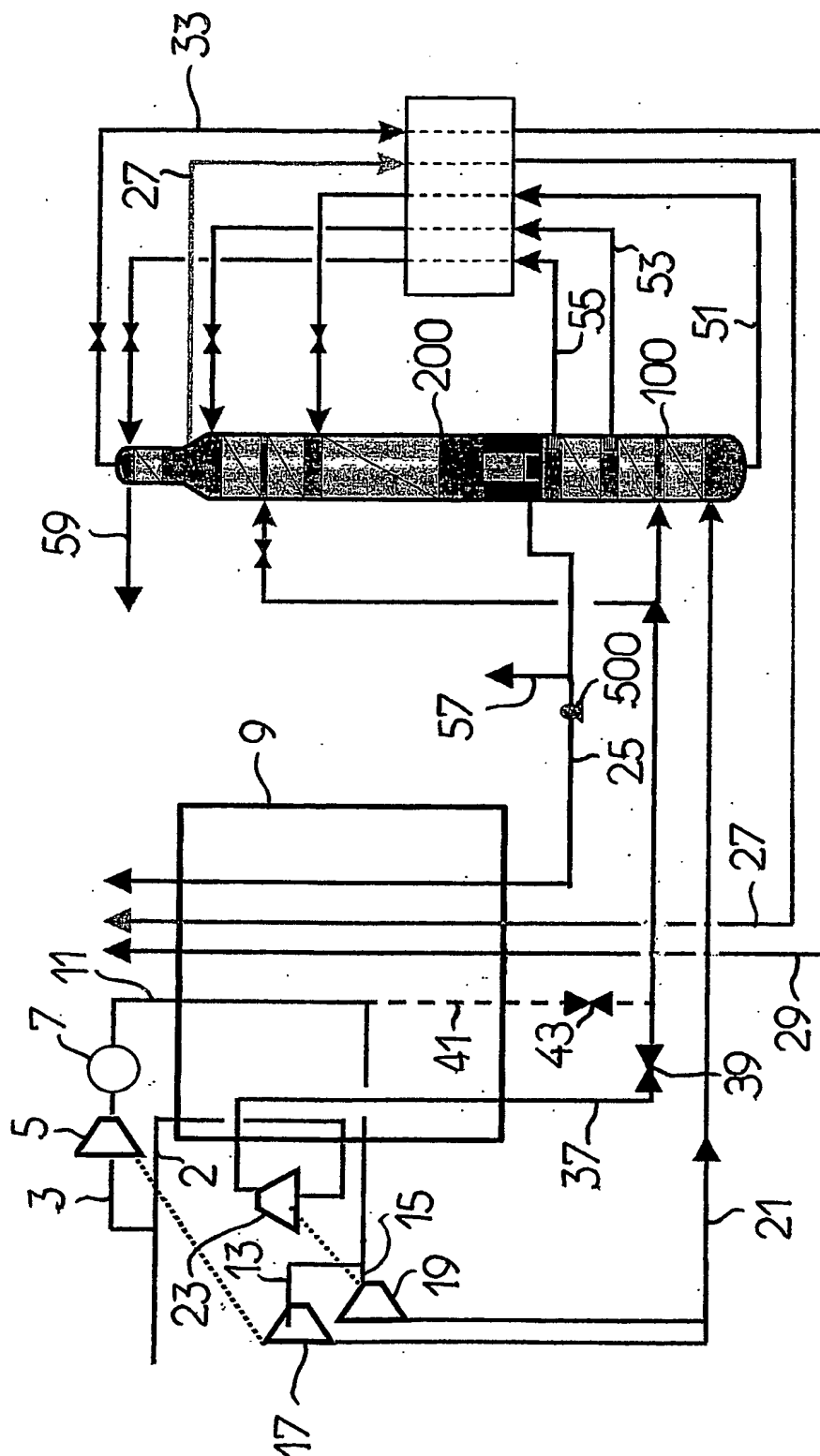


FIG. 1

2/3

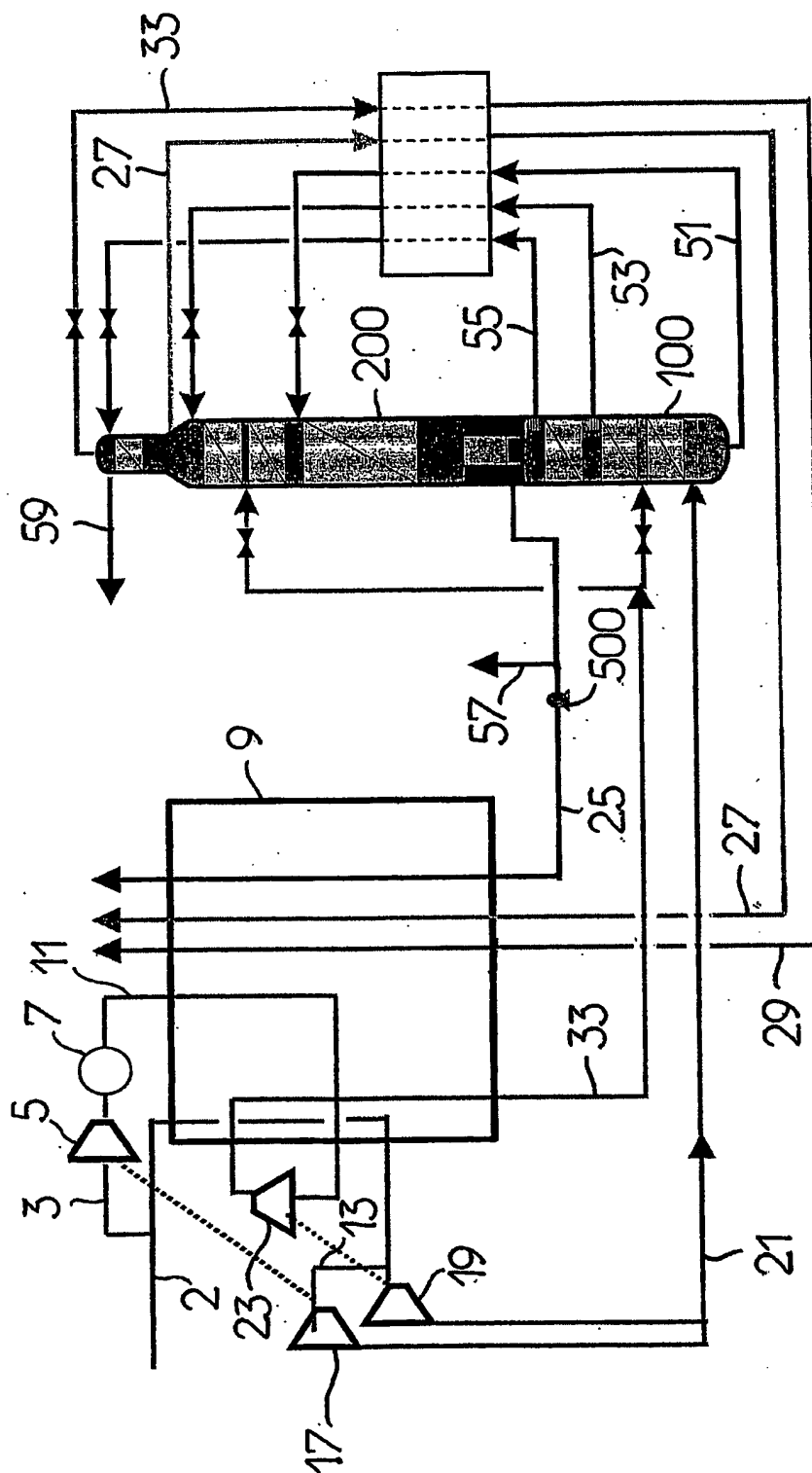


FIG. 2

3/3

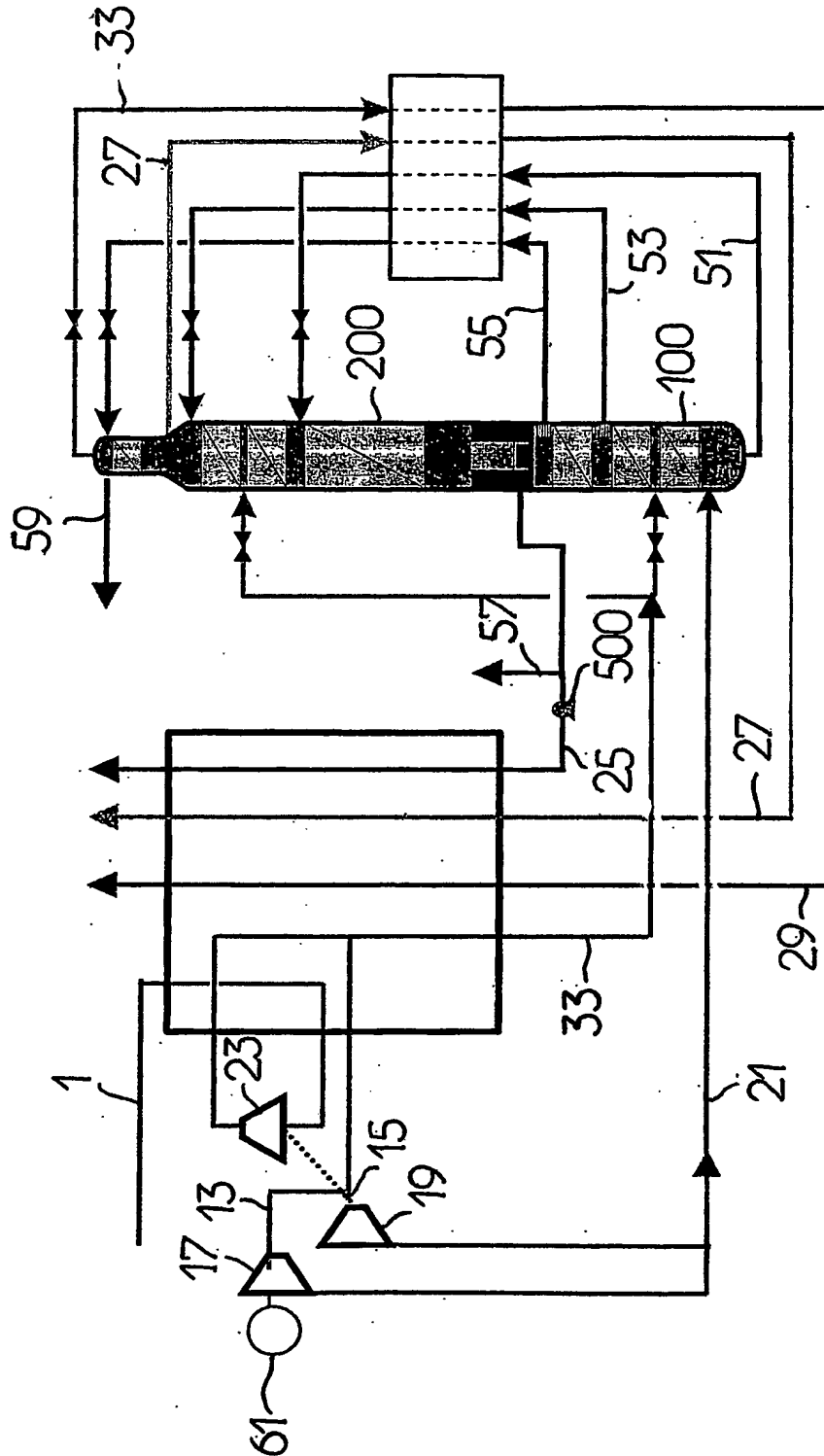


FIG. 3

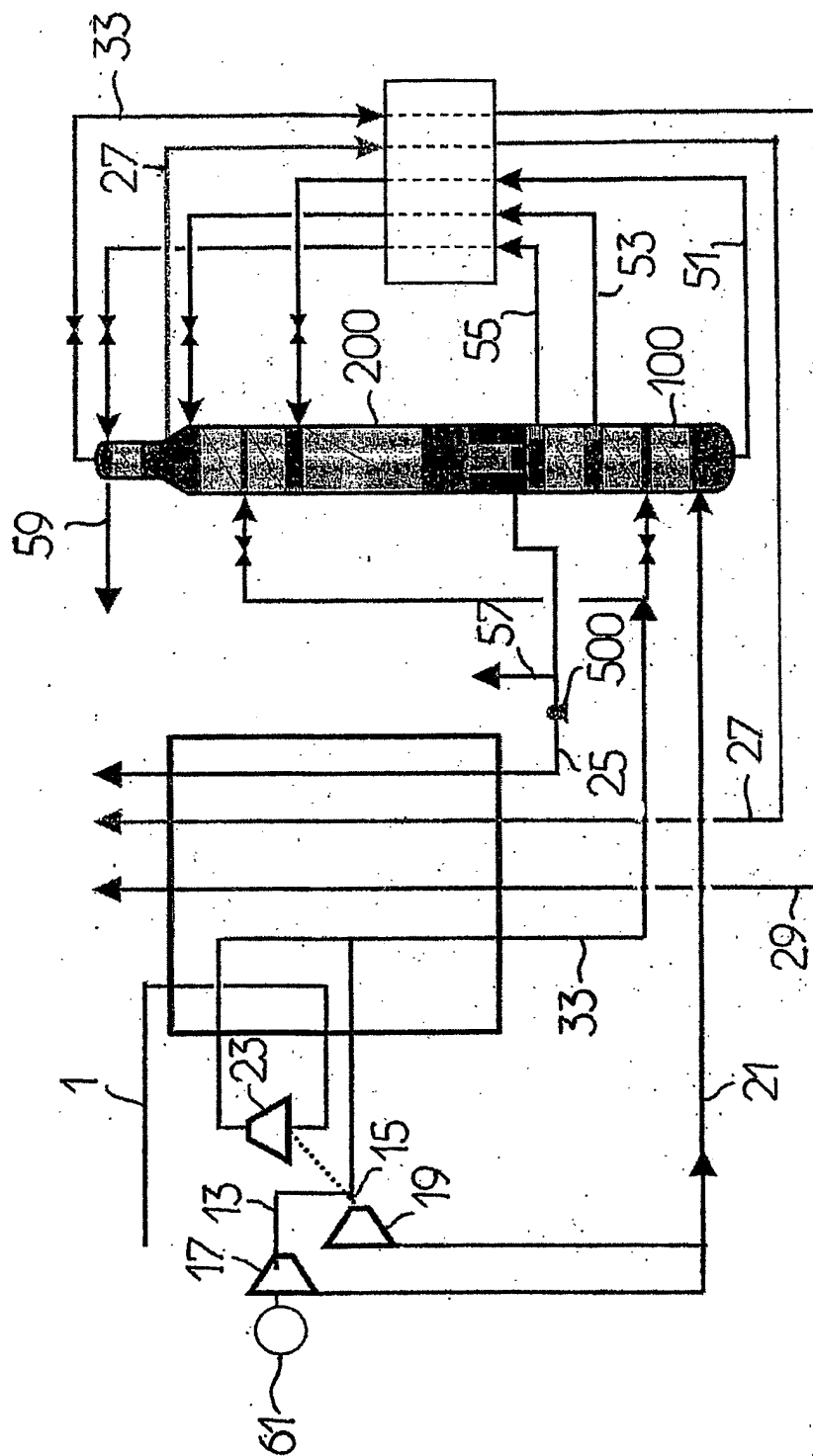


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050122

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F25J3/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 475 980 A (GRENIER MAURICE ET AL) 19 December 1995 (1995-12-19) cited in the application figures 4,5	1,3-16
A	EP 0 644 388 A (BOC GROUP INC) 22 March 1995 (1995-03-22) cited in the application figure 1	1,14
A	US 4 072 023 A (SPRINGMANN HELMUT) 7 February 1978 (1978-02-07) figures 1,2	1,2,14, 17
A	DE 199 51 521 A (LINDE AG) 3 May 2001 (2001-05-03) figure 2	
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 August 2004

Date of mailing of the international search report

07/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Göritz, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050122

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 504 029 A (AIR LIQUIDE) 16 September 1992 (1992-09-16) figures 8,10,11</p> <p>-----</p>	


Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050122

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5475980	A	19-12-1995	NONE	
EP 0644388	A	22-03-1995	US 5379598 A	10-01-1995
			AU 669998 B2	27-06-1996
			AU 7029094 A	02-03-1995
			CA 2128565 A1	24-02-1995
			DE 69413918 D1	19-11-1998
			DE 69413918 T2	04-03-1999
			EP 0644388 A1	22-03-1995
			FI 943848 A	24-02-1995
			JP 7174461 A	14-07-1995
			KR 137916 B1	27-04-1998
			NO 942972 A	24-02-1995
			ZA 9405380 A	19-05-1995
US 4072023	A	07-02-1978	DE 2544340 A1	14-04-1977
			AU 497024 B2	23-11-1978
			AU 1220676 A	22-09-1977
			ZA 7601895 A	27-04-1977
DE 19951521	A	03-05-2001	DE 19951521 A1	03-05-2001
EP 0504029	A	16-09-1992	FR 2674011 A1	18-09-1992
			FR 2685460 A1	25-06-1993
			AU 655630 B2	05-01-1995
			AU 1215792 A	17-09-1992
			CA 2062506 A1	12-09-1992
			DE 69214693 D1	28-11-1996
			DE 69214693 T2	20-02-1997
			EP 0504029 A1	16-09-1992
			ES 2093799 T3	01-01-1997
			JP 2909678 B2	23-06-1999
			JP 5079753 A	30-03-1993
			KR 210532 B1	15-07-1999
			US 5329776 A	19-07-1994
			ZA 9201777 A	25-11-1992

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De  de Internationale No
PCT/FR2004/050122

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 F25J3/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 F25J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 475 980 A (GRENIER MAURICE ET AL) 19 décembre 1995 (1995-12-19) cité dans la demande figures 4,5	1,3-16
A	EP 0 644 388 A (BOC GROUP INC) 22 mars 1995 (1995-03-22) cité dans la demande figure 1	1,14
A	US 4 072 023 A (SPRINGMANN HELMUT) 7 février 1978 (1978-02-07) figures 1,2	1,2,14, 17
A	DE 199 51 521 A (LINDE AG) 3 mai 2001 (2001-05-03) figure 2	
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

31 août 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/09/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Göritz, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De  de Internationale No
PCT/FR2004/050122

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 504 029 A (AIR LIQUIDE) 16 septembre 1992 (1992-09-16) figures 8,10,11</p>	

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la deuxième feuille) (Janvier 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De Internationale No
PCT/FR2004/050122

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5475980	A	19-12-1995	AUCUN	
EP 0644388	A	22-03-1995	US 5379598 A	10-01-1995
			AU 669998 B2	27-06-1996
			AU 7029094 A	02-03-1995
			CA 2128565 A1	24-02-1995
			DE 69413918 D1	19-11-1998
			DE 69413918 T2	04-03-1999
			EP 0644388 A1	22-03-1995
			FI 943848 A	24-02-1995
			JP 7174461 A	14-07-1995
			KR 137916 B1	27-04-1998
			NO 942972 A	24-02-1995
			ZA 9405380 A	19-05-1995
US 4072023	A	07-02-1978	DE 2544340 A1	14-04-1977
			AU 497024 B2	23-11-1978
			AU 1220676 A	22-09-1977
			ZA 7601895 A	27-04-1977
DE 19951521	A	03-05-2001	DE 19951521 A1	03-05-2001
EP 0504029	A	16-09-1992	FR 2674011 A1	18-09-1992
			FR 2685460 A1	25-06-1993
			AU 655630 B2	05-01-1995
			AU 1215792 A	17-09-1992
			CA 2062506 A1	12-09-1992
			DE 69214693 D1	28-11-1996
			DE 69214693 T2	20-02-1997
			EP 0504029 A1	16-09-1992
			ES 2093799 T3	01-01-1997
			JP 2909678 B2	23-06-1999
			JP 5079753 A	30-03-1993
			KR 210532 B1	15-07-1999
			US 5329776 A	19-07-1994
			ZA 9201777 A	25-11-1992